

PAT-NO: JP02002103061A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2002103061 A
TITLE: METHOD AND APPARATUS FOR FRICTION
STIR WELDING
PUBN-DATE: April 9, 2002

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
HIRANO, SATOSHI	N/A
OKAMURA, HISANOBU	N/A
OKAMOTO, KAZUTAKA	N/A
ODAKURA, TOMIO	N/A
HASSHU, SHINICHI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
HITACHI LTD	N/A
HITACHI SETSUBI ENG CO LTD	N/A

APPL-NO: JP2000302418

APPL-DATE: October 2, 2000

INT-CL (IPC): B23K020/12

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a friction stir welding apparatus and its welding method, capable of reducing a deformation, etc., of the apparatus and appropriately maintaining a penetration depth of a rotary tool against the pressing force generated in pressing a rotating rotary tool into a material to be welded.

SOLUTION: In the friction stir welding apparatus to join

by inserting the
rotary tool 1 while rotating into materials to be joined
and under friction
heat and plastic flow of the materials to be joined, the
apparatus has a
restricting member 7, in which the rotary tool and a drive
means 8 to rotate
the rotary tool are arranged, and an elevation table 9, in
which the materials
to be joined are placed to a face side facing the rotary
tool of the
restricting member and are elevated toward the rotary tool.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-103061

(P2002-103061A)

(43)公開日 平成14年4月9日(2002.4.9)

(51)Int.Cl.⁷

B 23 K 20/12

識別記号

310

F I

B 23 K 20/12

テマコト^{*}(参考)

310 4 E 0 6 7

審査請求 未請求 請求項の数16 O.L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願2000-302418(P2000-302418)

(22)出願日 平成12年10月2日(2000.10.2)

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(71)出願人 390006127

日立設備エンジニアリング株式会社

茨城県日立市会瀬町2丁目9番1号

(72)発明者 平野聰

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(74)代理人 100074631

弁理士 高田 幸彦 (外1名)

最終頁に続く

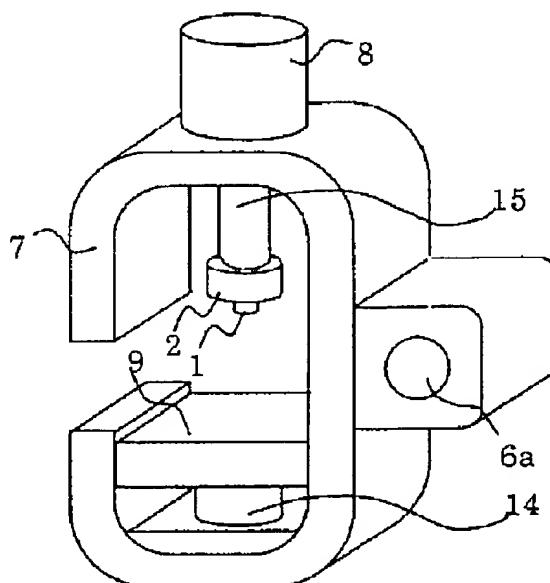
(54)【発明の名称】 摩擦攪拌接合装置及びその接合方法

(57)【要約】 (修正有)

【課題】本発明の目的は、回転する回転ツールを被接合材に押込む際に発生する押込み力に対し、装置の変形等を低減させ、回転ツールの押込み深さを適正に維持出来る摩擦攪拌接合装置及びその接合方法を提供することにある。

【解決手段】本発明は、回転ツール1を被接合材に回転させながら挿入し前記被接合材との摩擦熱と塑性流動によって接合する摩擦攪拌接合装置において、前記回転ツールと該回転ツールを回転させる駆動手段8とを設置する拘束部材7と、該拘束部材の前記回転ツールの対抗面側に前記被接合材を載置させると共に前記回転ツールに向けて昇降させる昇降テーブル9とを有することを特徴とする。

図1



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】回転ツールを被接合材に回転させながら挿入し前記被接合材との摩擦熱と塑性流動によって接合する摩擦攪拌接合装置において、前記回転ツールと該回転ツールを回転させる駆動手段とを設置する拘束部材を有し、該拘束部材は前記被接合材を挿入する入口と左右に開口部を有し、前記拘束部材には前記回転ツールの対向面側に前記被接合材を載置すると共に前記回転ツールに向けて昇降する昇降テーブルが設けられていることを特徴とする摩擦攪拌接合装置。

【請求項2】2個の回転ツールを被接合材に互いに回転させながら挿入し前記被接合材を表裏の両面で同時に接合する摩擦攪拌接合装置において、前記2個の回転ツールと該回転ツールを回転させる駆動手段とを互いに対向させて設置する拘束部材を有し、該拘束部材は前記被接合材を挿入する入口と左右に開口部を有し、且つ前記拘束部材には少なくとも一方の前記回転ツールを互いに対向する側に向けて昇降する昇降手段が設けられていることを特徴とする摩擦攪拌接合装置。

【請求項3】2個の回転ツールを被接合材に互いに回転させながら挿入し前記被接合材と同じ表面で接合する摩擦攪拌接合装置において、前記2個の回転ツールと該回転ツールを回転させる駆動手段とを接合線方向に縦に並べて移動可能に設置する拘束部材を有し、該拘束部材は前記被接合材を挿入する入口と左右に開口部を有し、前記拘束部材には前記回転ツールの対抗面側に前記被接合材を載置すると共に前記回転ツールに向けて昇降させる昇降テーブルが設けられていることを特徴とする摩擦攪拌接合装置。

【請求項4】請求項1又は3において、前記昇降テーブルは前記接合方向に回転するローラーが設けられていることを特徴とする摩擦攪拌接合装置。

【請求項5】請求項4において、前記回転ツール側に該回転ツールを挟んで両側に前記接合方向に回転し前記被接合材を支持するローラーが設けられていることを特徴とする摩擦攪拌接合装置。

【請求項6】請求項1～5のいずれかにおいて、前記拘束部材は前記被接合材を挿入する開口部に前記拘束部材の開口部が開かないように固定可能なフック状部材が設けられていることを特徴とする摩擦攪拌接合装置。

【請求項7】回転ツールを被接合材に回転させながら挿入し前記被接合材との摩擦熱と塑性流動によって接合する摩擦攪拌接合装置において、前記回転ツールと該回転ツールを回転させる駆動手段とを設置する拘束部材と、該拘束部材を上下方向に移動可能に支持する支持手段と、該支持手段を水平に回転可能に設置する支持台と、前記被接合材を前記拘束部材内で接合線に沿って移動可能に載置するテーブルとを備え、前記拘束部材は前記被接合材を挿入する入口と左右に開口部を有することを特徴とする摩擦攪拌接合装置。

10

20

30

40

50

2

【請求項8】回転ツールを被接合材に回転させながら挿入し前記被接合材との摩擦熱と塑性流動によって接合する摩擦攪拌接合装置において、前記回転ツールと該回転ツールを回転させる駆動手段とを設置する拘束部材と、該拘束部材を自在に移動可能に支持するアームと、該アームを移動可能に設置される支持台と、前記被接合材を前記拘束部材内で接合線に沿って移動可能に載置するテーブルとを備え、前記拘束部材は前記被接合材を挿入する入口と左右に開口部を有することを特徴とする摩擦攪拌接合装置。

【請求項9】回転ツールを被接合材に回転させながら挿入し前記被接合材との摩擦熱と塑性流動によって接合する摩擦攪拌接合装置において、前記回転ツールと該回転ツールを回転させる駆動手段とを設置する拘束部材と、該拘束部材を上下方向に移動可能に支持する支持手段と、該支持手段を水平に回転可能に設置する支持台と、前記拘束部材を接合線に沿って駆動させる駆動手段と、前記被接合材を前記拘束部材内で前記接合が可能に載置するテーブルとを備え、前記拘束部材は前記被接合材を挿入する入口と左右に開口部を有することを特徴とする摩擦攪拌接合装置。

【請求項10】回転ツールを被接合材に回転させながら挿入し前記被接合材との摩擦熱と塑性流動によって接合する摩擦攪拌接合装置において、前記回転ツールと該回転ツールを回転させる駆動手段とを設置する拘束部材と、該拘束部材を自在に移動可能に支持するアームと該アームを水平に回転可能に設置する支持台と、前記拘束部材を接合線に沿って駆動させる駆動手段と、前記被接合材を前記拘束部材内で前記接合が可能な状態に載置するテーブルとを備え、前記拘束部材は前記被接合材を挿入する入口と左右に開口部を有することを特徴とする摩擦攪拌接合装置。

【請求項11】回転ツールを被接合材に回転させながら挿入し前記被接合材との摩擦熱と塑性流動によって接合する摩擦攪拌接合装置において、前記回転ツールと該回転ツールを回転させる駆動手段とを設置する拘束部材と、該拘束部材を移動可能に支持する支持手段と、該支持手段を水平に回転可能に設置する支持台と、前記被接合材を前記拘束部材内で移動可能に載置する無端ベルトとを備え、前記拘束部材は前記被接合材を挿入する入口と左右に開口部を有することを特徴とする摩擦攪拌接合装置。

【請求項12】前記拘束部材には前記回転ツールの対向面側に前記被接合材を載置させると共に前記回転ツールに向けて昇降させる昇降テーブルを有することを特徴とする請求項7～11のいずれかに記載の摩擦攪拌接合装置。

【請求項13】前記回転ツールは2個を有し、前記2個の回転ツールは該回転ツールを回転させる駆動手段と共に互いに対向させて前記拘束部材に設けられ、少なくと

も一方の前記回転ツールは互いに対向する側に向けて昇降する昇降手段を有することを特徴とする請求項7～11のいずれかに記載の摩擦攪拌接合装置。

【請求項14】前記回転ツールは2個を有し、前記2個の回転ツールは該回転ツールを回転させる駆動手段と共に接合線方向に縦に並べて移動可能に前記拘束部材に設けられ、該拘束部材の前記回転ツールの対向面側に前記被接合材を載置固定すると共に前記回転ツールに向けて昇降させる昇降テーブルを有することを特徴とする請求項7～11のいずれかに記載の摩擦攪拌接合装置。

【請求項15】回転ツールを被接合材に回転させながら挿入し前記被接合材との摩擦熱と塑性流動によって接合する摩擦攪拌接合方法において、前記回転ツールをその回転駆動手段と共に拘束部材に設け、該拘束部材を固定された前記被接合材に移動させると共に前記拘束部材内で接合線に沿って移動させて前記接合することを特徴とする摩擦攪拌接合方法。

【請求項16】回転ツールを被接合材に回転させながら挿入し前記被接合材との摩擦熱と塑性流動によって接合する摩擦攪拌接合方法において、前記回転ツールをその回転駆動手段と共に拘束部材に設け、該拘束部材を前記被接合材に移動させ、前記拘束部材内で前記被接合材を移動させて前記接合することを特徴とする摩擦攪拌接合方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、複数素材の接合および種々の素材表面を改質する摩擦攪拌接合装置および接合方法に係り、特に素材が複雑な3次元形状をしている場合に好適な装置及び方法に関する。

【0002】

【従来の技術】実質的に加工物の材質よりも硬い材質の金属棒を被加工物の溶接部に挿入し、この金属棒を回転させながら移動することによって、上記金属棒と上記加工物との間で発生する摩擦熱により溶接する摩擦溶接方法が、特許2712838号公報(WO93/10935)に記載されている。この摩擦溶接方法は、金属棒と加工物との摩擦熱により加工物を軟化させ、金属棒の回転に伴う塑性流動現象を利用したものであり、加工物を溶かして溶接するアーク溶接とは異なる原理に基づいている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】本発明者らによれば、特許2712838号公報に記載される摩擦溶接方法を実行するためには、上記金属棒と被加工物表面との相対位置関係が重要となる。塑性流動状態の金属が、溶接部から、被加工物の表面に溢れ出ることを防止することが要求される。すなわち、溶接部から金属が流出することによって溶接部に欠陥が発生する頻度が大きくなり、溶接部の信頼性を低下させる原因となる。

【0004】このため、この摩擦溶接方法の実行に際し、回転する回転ツールを被加工物の表面から一定の深さに挿入し、溶接中もこの深さを維持管理することが要求される。

【0005】ところが、一般には、被加工物の表面に凹凸があれば、被加工物の送りに伴い被加工物表面の高さが変化する。また、溶接に伴い被加工物が加熱されることにより被加工物表面の高さが変化することもある。

【0006】このような場合には、回転ツールと被加工物との相対距離が変動し、回転ツールのショルダー部が被加工物表面から挿入される挿入深さも変動してしまう。

【0007】また、被加工物の表面が平坦でなかったり、2つの被加工物の高さが相異なる場合には、回転ツールと被加工物表面との相対姿勢が変動することもある。

【0008】更に、この接合方法では、被接合材を塑性変形させるのに十分な力で回転ツールを押し付ける必要がある。

【0009】上記のような理由から、接合面が3次元形状をしている場合、回転ツールまたは被接合材を3次元空間内で動かすと共に大きな力で回転ツールを押し付ける必要がある。3次元空間内の任意の場所を溶接する設備として、アーク溶接口ボット等が実用化されている。しかし、溶接口ボットを摩擦攪拌接合に適用しようとした場合、アームの剛性が不充分なため、回転ツールの挿入深さを適正な状態に維持することが不可能となる。摩擦攪拌接合を溶接口ボットのような構成の設備で実現するには、回転ツールの押し付けに伴う荷重または変形を補償または低減する構造とする必要がある。

【0010】本発明の目的は、回転ツールと被接合材との相対位置関係を適正に維持出来、特に薄肉の接合に好適な摩擦攪拌接合装置及びその接合方法を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は、実質的に被接合材よりも硬い金属製の回転ツールを被接合材に回転させながら挿入し、回転ツールを回転させた状態で移動することにより、回転ツールと接合材との摩擦熱と塑性流動現象によって接合する摩擦攪拌接合装置において、回転ツールをその駆動手段と共にチャンバー状部材(拘束部材)に取り付けられ、チャンバー状部材は自由自在に稼動するロボット構造のアームに取り付けられ、チャンバー状部材はアームを介して自由自在に移動可能な機能とその支持構造を有することにある。即ち、上記目的は接合過程における前記回転ツールの受ける反力をコンパクトに構成された前記チャンバー状部材で受けることで解決される。前記チャンバー状部材はコンパクトにすることにより剛体となるので、変形を受けることが少なく、接合線に対して回転ツールを正確に設定出来、特に

薄肉の接合において良好な接合が得られる。また、チャンバー状部材は前記被接合材を挿入する入口と左右に開口部を有し、チャンバー状部材内で長尺な物の接合が出来るものである。

【0012】回転ツールは被接合材に挿入するツール部分とそのツール部分より直徑が大きいショルダ一部を有し、このショルダ一部によってツール部分で接合部より外に出てくる被接合材を押し込むものである。

【0013】回転ツールを被接合材に押し込む時の力は、被接合材を塑性流動させるのに十分な大きさが必要である。しかし、回転ツールを支持している部材の剛性が小さいと、支持部材が変形してしまい、適正な押込み量が維持できなくなる。チャンバー状部材に回転ツールを取り付けることにより、発生する押し付け力はチャンバー状部材に作用することになり、チャンバー状部材の剛性が十分であれば、周辺部材の剛性と無関係に適正な押込み量を実現できる。

【0014】特に、ロボット構造のアームはピンにより連結する構造となっており、アーム先端に作用する力により発生するトルクは、ピンに作用する。このため、ロボット構造のアームは大きなトルクに対しての剛性が小さいのが一般的である。チャンバー状部材を設けた場合、回転ツールの押し付け力はチャンバー状部材の中で釣り合っているため、押し付け力をアームで発生させる必要がない。従って、剛性の小さなロボットのアームに取り付けることが一層効果的となる。

【0015】また、本発明は、回転ツールに対向した位置に、回転ツールの回転軸方向に移動する部材を設けることにある。被接合材に回転ツールを押し込むには、被接合材と回転ツール間の相対距離が小さくなる必要がある。回転ツールに対向した位置に、回転ツールの回転軸方向に移動する昇降テーブル状の部材を設けることにより、被接合材と回転ツール間の相対距離を変更することが可能になる。回転ツール自体を軸方向に移動可能な構造にすることでも効果は同じであるが、昇降テーブル状の部材を設けた場合の方が構造が簡単になる。

【0016】また、本発明は、回転ツールに対向した位置に、被接合材または被接合材支持部材と転動接触する部材、ローラーを設けることにある。

【0017】摩擦攪拌接合では、回転ツールと被接合材が接合方向に相対的に移動する必要がある。すなわち、被接合材が静止して回転ツールが接合線に沿って移動するか、あるいは、回転ツールが静止して被接合材が移動する必要がある。どちらの場合においても、回転ツールと被接合材以外の場所でしゅう動が生じると、被接合材に傷が生じる場合があり、好ましくない。被接合材または被接合材支持部材と転動接触する部材を取り付けることで、摩耗や傷付きといった問題がなくなる。

【0018】また、本発明は、被接合材の回転ツール挿入面側から被接合材を押し付ける部材を設けることにあ

10

20

30

40

50

る。摩擦攪拌接合では被接合材に大きな力が作用するため、被接合材が動かないようにに強固に固定する必要がある。一般に被接合材の固定方法としては、被接合材を乗せる支持台に固定治具を使用して固定する方法が採用されている。この方法では、被接合材の大きさ、特に接合方向の長さに応じて、複数箇所の固定が必要である。しかし、必ずしも支持台に固定する必要はなく、被接合材が固定されることが肝要である。本発明の構成によれば、チャンバー状部材の部分で被接合材を固定できるので、固定箇所の低減と工程の省略が可能になる。

【0019】また、本発明は、被接合材をはさみ込むように回転ツールを対向して配置することにある。摩擦攪拌接合で健全な接合部を得るためにには、回転ツールを被接合材の厚みにはば等しい深さまで押込む必要がある。本発明者らは、接合時に発生する押込み反力は、回転ツールの押込み深さの増加に伴って増加することを確認している。被接合材をはさみ込むように回転ツールを配置することで、回転ツールの押込み深さは約半分で十分となり、装置の負荷を低減でき、さらに、装置の小型化が可能になる。

【0020】また、本発明は、接合線方向に2つ以上の回転ツールを配置することにある。接合時、回転ツールの回転運動により、被接合材には回転ツールと同じ方向に回転しようとする力が作用する。このため、被接合材はこの回転力以上の力で拘束する必要がある。接合線方向に2つ以上の回転ツールを配置した場合、被接合材の回転力はこれらの回転ツールによるピン止め効果により、無害化される。この際、回転ツールの回転方向を各々の回転ツールで変えると、一層効果的な場合もある。

【0021】また、本発明は、チャンバー状部材にフック状部材を設け、チャンバー状部材の開口部を塞ぐことにより開口部の変形を無くすことが出来る。

【0022】チャンバー状部材に開口部がある場合、回転ツール押込み時の反力により、チャンバー状部材の開口部はより広くなる方向になる。フック状部材で開口部をふさぐことで、開口部が広がろうとする力は、フック状部材に負荷し、開口部の広がりを軽減することができる。

【0023】また、本発明は、被接合材を取り付ける支持部材を回転運動する無端ベルト構造とするものである。被接合材が長尺である場合、接合可能長さは支持部材の長さ、すなわち、支持部材の有効ストロークで制約されるが、支持部材を回転運動するベルト状部材構造とすることで、その制約はなくなる。

【0024】また、本発明は、被接合材を取り付ける支持部材を複数の概直方体部材をリング状に連ねたキャタピラ状構造とすることで被接合材の固定ができる。概直方体部材は、曲げ変形することなく回転運動することになるので、高い剛性の部材や硬質の材料、特定の熱物性値を有する材料等、使用する材質を目的に応じて選定す

ることが可能になる。

【0025】本発明は、回転ツールを被接合材に回転させながら挿入し前記被接合材との摩擦熱と塑性流動によって接合する摩擦攪拌接合方法において、前記回転ツールをその回転駆動手段と共に拘束部材に設け、該拘束部材を固定された前記被接合材に移動させると共に前記拘束部材内で接合線に沿って移動させて前記接合することと、又、拘束部材を前記被接合材に移動させ、前記拘束部材内で前記被接合材を移動させて前記接合することを特徴とする。

【0026】本発明は、上述した摩擦攪拌接合装置又は接合方法により接合された接合構造物にある。

【0027】

【発明の実施の形態】〔実施例1〕図1は回転ツールを拘束部材（以下チャンバー状部材という）に設けた斜視図である。図2は本発明の摩擦攪拌接合装置の全体構成図である。2つのアーム3a、3bがピン6a、6b、6cで連結され、アーム3aの先端にチャンバー状部材7が取り付けられた構成となっている。アーム3bは回転テーブル4にピン6cによって連結され、回転テーブル4は支持台5に回転可能に支持されている。回転ツール1はチャッキング部材2によって被接合材の厚さに応じた大きさに交換可能であり、主軸15によって、主軸回転モーター8からの回転が伝達される。被接合材は油圧シリンダー14によって昇降可能な昇降テーブル9に接合出来るように載置される。

【0028】チャンバー状部材7は360度回転可能であり、接合の状態に合わせて変えることが出来る。また、チャンバー状部材7は前記被接合材を挿入する入口と左右に開口部を有し、チャンバー状部材内で長尺な物の接合が出来るものである。

【0029】回転ツール1は、被加工物（被接合材）の材質より、実質的に硬い材質で形成される。このような回転ツール1の材質としては、工具鋼が好ましい。なお、硬度に加えて、韌性、耐熱性などの要求を満たせば、セラミックス、金属部材に表面焼き入れ部材などを用いてもよい。

【0030】また、回転ツール1は、接合線と被接合材の法線とを含む面内において、法線に対して接合の進行方向後方に予め定められた角度（以下、向え角という）だけ回転軸を傾けてよい。この向え角は、例えば、3～10度である。

【0031】アーム3a、3bは本実施例では上下に移動できるようにピン6a、6b、6cで連結されているが、ユニバーサルジョイントによって自在に回転できるようにすることができる。アーム間の距離は油圧シリンダ又は歯車の組み合わせによって結合することにより調整することができる。

【0032】図3は比較のために示したチャンバー状部材のない場合の摩擦攪拌接合装置である。他の構造は図

10

20

30

40

50

2と同様である。

【0033】図4は図2で示した摩擦攪拌接合装置を使用して接合を実施する場合の構成を示した図である（チャンバー状部材7の部分のみ図示し、アーム3a等は図示せず）。被接合材13はローラー21が昇降テーブル9に接するように設けられたローラー付きテーブル16に載置され、拘束治具22a、22bにより固定されている。接合は概略以下の手順で行われる。

（1）アーム3a、3bの移動により、昇降テーブル9の上面がローラー21の下端に接するように調整する。この際、回転ツール1の先端が被接合材13に当たらないように、油圧シリンダ14を下降させておく。

（2）主軸回転モータ8を起動し、回転ツール1を回転させる。

（3）油圧シリンダ14により昇降テーブル9を徐々に上昇させる。これにより、テーブル9と回転ツール1の相対距離が小さくなり、回転ツール1のツール部分が被接合材13に押込まれて行く。回転ツール1の押し込みに際して、チャンバー状部材7がコンパクトに構成されているので、剛性が高く、正確な深さでの挿入が得られる。

（4）回転ツール1が所定の深さまで押込まれた後、チャンバー状部材7を接合線に沿って移動することにより接合が行われる。

【0034】図5は図3で示した摩擦攪拌接合装置を使用して接合を実施する場合の構成を示した図である。17はテーブルである。回転ツール1を回転させた状態で、アーム3a、3bの移動により、回転ツール1を被接合材13に押込み、回転ツール1が所定の深さまで押込まれた後、回転ツール1を接合線に沿って移動する。この場合での押し込みはその力が支持台5から回転ツール1までの距離とそれまでの剛性とに係わるので正確な深さに設定することが困難となる。

【0035】図4に示した構成の場合、アーム3a、3bに付加する垂直荷重は、接合開始前と接合中で変化が見られない。一方、図5に示した構成の場合、回転ツール1を被接合材13に挿入し始めた時点からアーム3a、3bに垂直荷重が付加され、接合中の最大値は500～2000kgfであった。

【0036】このように、本発明の構成によると、接合時に発生する荷重がチャンバー状部材の中で釣り合っているので、装置本体への荷重を低減できることが確認できた。

【0037】尚、本実施例ではチャンバー状部材7をロボット型のアーム先端に取り付けたが、取り付けはロボット型に限られたものではなく、その他の構造に対しても効果は同じである。また、チャンバー状部材7の中の昇降テーブル9の昇降は油圧シリンダに限られたものではなく、昇降機能と必要な剛性を満足することが重要であり、例えば、ボールねじ等でも効果は同じである。

【0038】〔実施例2〕図6は本発明のチャンバー状部材に回転ツールを設けた摩擦攪拌接合装置の他の例を示す断面図である。本実施例では、前述の昇降テーブル9に変わり、油圧シリンダ14によって昇降可能にその上部に軸受箱11を設け、軸受箱11にローラー10a、10bを取り付けたものである。また、チャンバー状部材7の上方に回転ツール1を挟んで両側に油圧シリンダ18a、18bにより昇降可能なローラー20a、20bを取り付けている。19a、19bは軸受けである。

【0039】図7は図6に示したチャンバー状部材7を使用した場合の摩擦攪拌接合装置の一例を示す断面図である（図ではチャンバー状部材のみ図示し、本体フレームは図示していない）。キャタピラ状テーブル12はチャンバー状部材7内に挿入され、その上に被接合材13を載置させ、その回転により、被接合材13が移動する構成となっている。キャタピラ状部材は代表的には鉄系合金が選択されるが、熱物性値、熱膨張率、硬さの観点から、非鉄系合金（Cu合金、Al合金、Ti合金等）やセラミックス等も選択できる。

【0040】ローラー10a、10b、20a、20bにより、キャタピラ状部材12に被接合材13を押し付けることで拘束している。

【0041】このように、本発明の構成によると、キャタピラ状テーブルの回転により被接合材を移動させるので、被接合材が長尺の場合でも、テーブルの長さによる制限を受けることなく接合が可能になる。

【0042】尚、本実施例ではキャタピラ状テーブルについて説明したが、キャタピラ状テーブルの代わりに、図8に示すような回転する無端ベルトを使用しても同様の効果が得られる。

【0043】〔実施例3〕図9は本発明のチャンバー状部材に2個の回転ツールを上下に設けた摩擦攪拌接合装置の一例を示す断面図である。29a、29b、29c、29dは軸受け、25、26、27、28は歯車、31はシャフトである。回転モータ8によりシャフト31に取り付けられた歯車25、26が回転する。歯車25、26にはそれぞれ歯車27、28が噛み合っており、回転ツール1a、1bが回転する構造である。回転ツール1bは油圧シリンダー14により上下に移動可能となっており、これにより、回転ツール1aと回転ツール1bの間隔を変更することができる。この様に、被接合材を回転ツール1a、1bで挟み込むことで被接合材を両面で接合出来る。被接合材は図視されていないが、図4、7、8と同様にテーブルに固定されて、チャンバー状部材の移動又は、テーブルの移動によって接合される。

【0044】ここで、厚みが4mmの板状部材を突合せ接合する場合を例に挙げる。回転ツールを接合材の片方の面のみから押込む場合、回転ツールは約4mm押込む

10

必要があった。しかし、被接合材を回転ツールで挟み込む上記構成（本実施形態）によると、回転ツール1a、1bはそれぞれ約2mm押込むだけで十分となる。回転ツール押込みの際に発生する荷重は、片方の面のみから押込む場合に1000～2000kgfとなる条件でも、被接合材を回転ツールで挟み込む（本実施形態）場合には、約半分の1000kgf以下となる。

【0045】尚、本実施例では回転ツール1a、1bは同じ方向に回転する構成になっているが、歯車の構成を変えることで回転方向を異にすることもできる。また、接合部の形態も突合せ（図12）、重ね合わせ（図13）等、種々の接合形態を選択できる。更に、接合線全部を接合する以外に、部分接合、点接合等も目的に応じて選択できる。

【0046】〔実施例4〕図10は本発明のチャンバー状部材に2個の回転ツールを接合線に沿って縦に並べて配置した摩擦攪拌接合装置の一例を示す断面図である。8a、8bは主軸回転モータ、31a、31bはボールねじ、32a、32b、32cは軸受け、33a、33bは回転ツールホルダーである。チャンバー状部材7の上部に接合線方向に2つの回転ツール1a、1bが配置されている。それぞれの回転ツールはボールねじ31a、31bの回転により、接合方向に移動可能である。2つの回転ツール1a、1bは接合線において一部重なる様にセットされる。

【0047】この構成によれば、接合時に2つの回転ツールが押込まれるので、接合材に発生する回転力を回転ツールが負荷することになり、被接合材の回転を防止するための拘束が不要になる。

【0048】〔実施例5〕図11は本発明のチャンバー状部材の被接合材の挿入側の開口部にフック上部材を設けた断面図である（回転ツール、主軸回転モータ等は図示せず、チャンバー状部材のみ図示している）。チャンバー状部材7の開口部にフック状部材30を設けることにより被接合材は開口部34から挿入または取出し、接合時にはフック状部材30により開口部34を閉じることができる。これにより、チャンバー状部材は開口部を有するC型から、開口部のないO型になり、回転ツール押込み時に発生する荷重に対して、より変形を小さくできる構造になる。

【0049】

【発明の効果】本発明によれば、接合時に発生する荷重がチャンバー状部材の中で釣り合っているので、装置本体への荷重負荷を低減できる。また、被接合材を回転するベルトやキャタピラ状部材で載置支持し、その回転により、又支持テーブルに載置して被接合材を移動させることで、被接合材が長尺の場合でも、テーブルの長さによる制限を受けることなく接合が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のチャンバー状部材に回転ツールを設け

50

た摩擦攪拌接合装置の一例を示す斜視図。

【図2】チャンバー状部材に回転ツールを取り付けた摩擦攪拌接合装置の全体図。

【図3】チャンバー状部材のない摩擦攪拌接合装置の全体図。

【図4】チャンバー状部材を取り付けた摩擦攪拌接合装置の稼動時の全体図。

【図5】チャンバー状部材のない摩擦攪拌接合装置の稼動時の全体図。

【図6】本発明のチャンバー状部材の他の例を示す断面図。

【図7】キャタピラ状テーブルを備えた摩擦攪拌接合装置の全体図。

【図8】回転する無端ベルトを備えた摩擦攪拌接合装置の全体図。

【図9】本発明のチャンバー状部材に2個の回転ツールを設けた摩擦攪拌接合装置の他の例を示す断面図。

【図10】接合方向に2個の回転ツールを備えたチャンバー状部材の断面図。

【図11】チャンバー状部材にフック状部材を設けた構

成図。

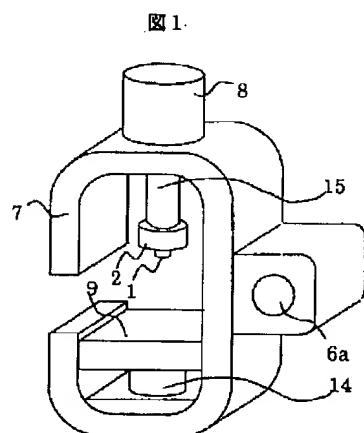
【図12】突合せ接合の斜視図。

【図13】重ね合わせ接合の斜視図。

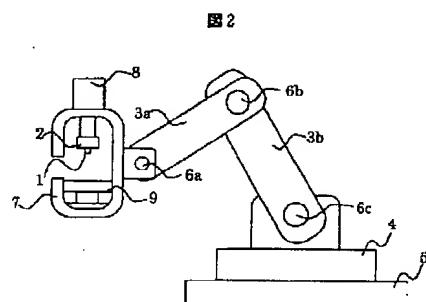
【符号の説明】

1…回転ツール、2…チャッキング部材、3a、3b…アーム、4…回転テーブル、5…支持台、6a、6b、6c…ピン、7…チャンバー状部材、8、8a、8b…主軸回転モータ、9…昇降テーブル、10…支持ローラー、11…軸受箱、12…キャタピラ状テーブル、13、13a、13b…被接合材、14…油圧シリンダ、15…主軸、16…ローラー付きテーブル、17…テーブル、18a、18b…油圧シリンダ、19a、19b…軸受け、20a、20b…押さえローラー、21…ローラー、22a、22b…拘束治具、23a、23b…ベルト駆動ローラー、24…ロッド、25、26、27、28…歯車、29a、29b、29c、29d…軸受け、30…フック、31a、31b…ボールねじ、32a、32b、32c…軸受け、33a、33b…回転ツールホルダー、34…開口部。

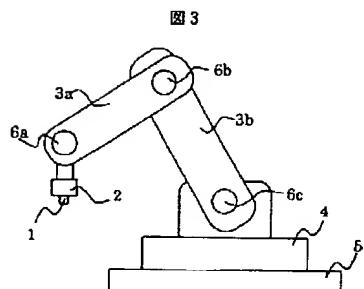
【図1】



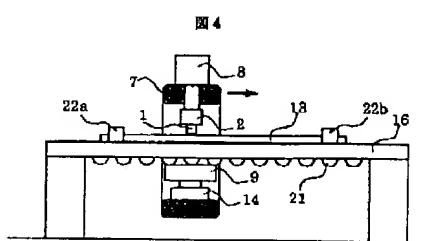
【図2】



【図3】

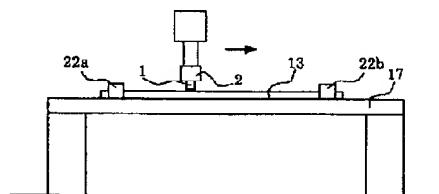


【図4】



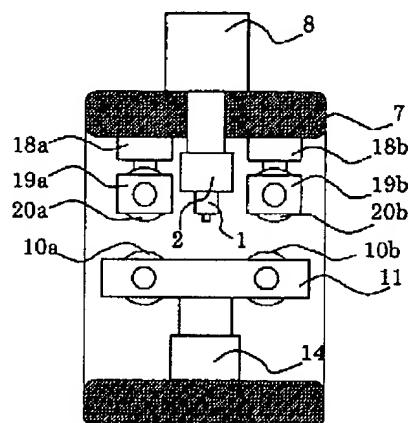
【図5】

図5



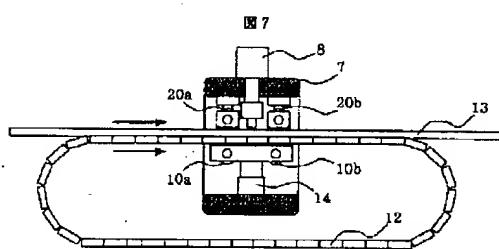
【図6】

図6



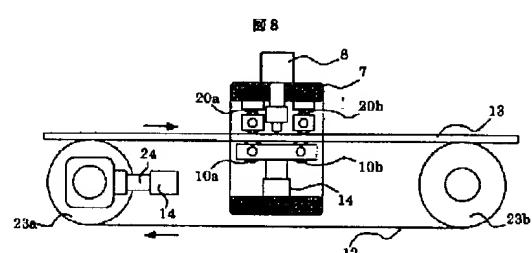
【図7】

図7



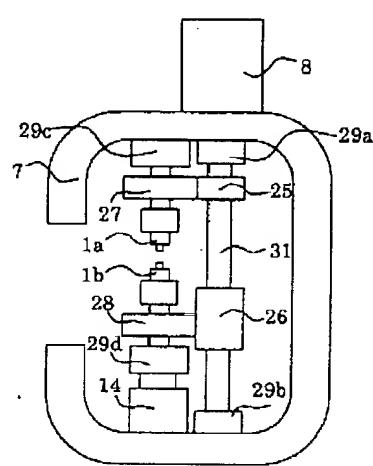
【図8】

図8



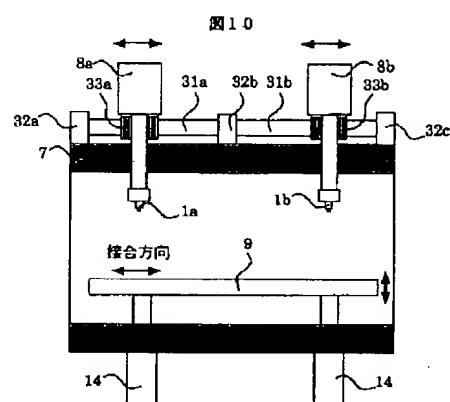
【図9】

図9



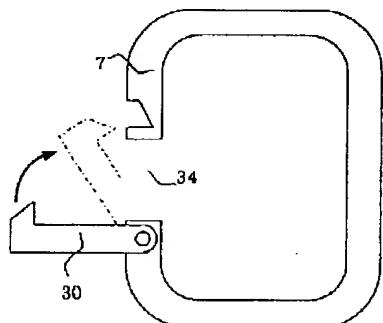
【図10】

図10



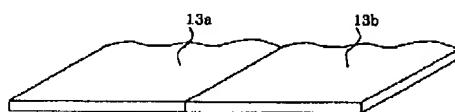
【図11】

図11



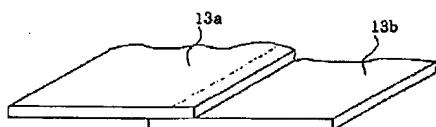
【図12】

図12



【図13】

図13



フロントページの続き

(72)発明者 岡村 久宣

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 岡本 和孝

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 小田倉 富夫

茨城県日立市会瀬町二丁目9番1号 日立
設備エンジニアリング株式会社内

(72)発明者 八周 信一

茨城県日立市会瀬町二丁目9番1号 日立
設備エンジニアリング株式会社内

Fターム(参考) 4E067 BG00 CA01 CA04